

# Manufacturing procedure of a sensor element and use of such an element

Publication number: EP1308705

Publication date: 2003-05-07

Inventor: VOIGTLAENDER KLAUS (DE); TREUTLER  
CHRISTOPH (DE); SCHMIDT RALF (DE); HASENKOX  
ULRICH (DE); ACKER THILO (DE); HEYERS KLAUS  
(DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: G01L1/22; G01L1/20; (IPC1-7): G01L1/22

- european: G01L1/22E

Application number: EP20020022401 20021004

Priority number(s): DE20011053208 20011027

Also published as:

DE10153208 (A1)

Cited documents:

GB2304812

DE3804483

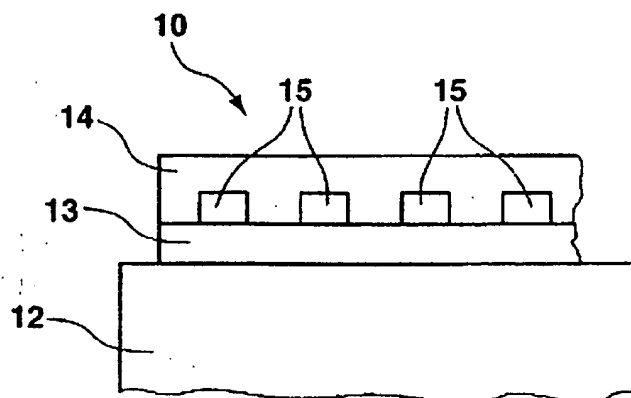
GB2330451

Report a data error here

## Abstract of EP1308705

The first layer (13) and the sensitive layer (15) are applied successively to a substrate (12) using an ink jet process.

## Fig. 2



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 308 705 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
07.05.2003 Patentblatt 2003/19

(51) Int Cl.7: **G01L 1/22**

(21) Anmeldenummer: 02022401.0

(22) Anmeldetag: 04.10.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 27.10.2001 DE 10153208

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

• **Voigtlaender, Klaus**  
73117 Wangen (DE)

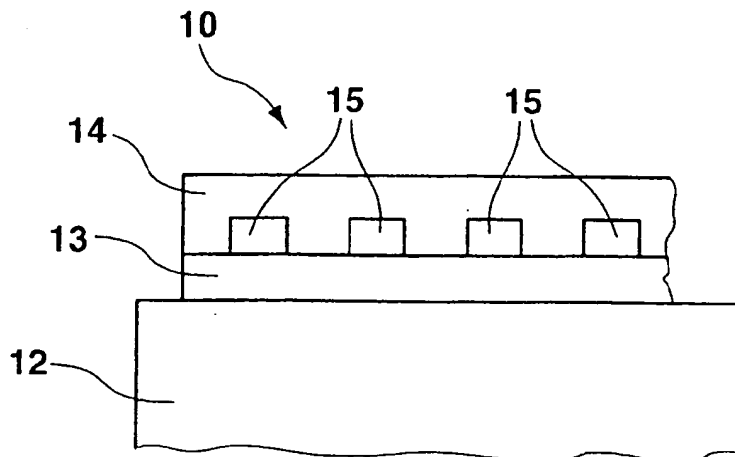
- **Treutler, Christoph**  
72827 Wannweil (DE)
- **Schmidt, Ralf**  
70839 Gerlingen (DE)
- **Hasenkox, Ulrich**  
71254 Ditzingen (DE)
- **Acker, Thilo**  
71116 Gaertringen (DE)
- **Heyers, Klaus**  
72766 Reutlingen (DE)

### (54) Verfahren zur Herstellung eines Sensorelementes und dessen Verwendung

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Sensorelementes (5), insbesondere eines Sensorelementes (5) mit einem Dehnungsmessstreifen (10) zur Erfassung von physikalischen Größen wie Kraft, Moment oder Druck, beispielsweise eines Hochdrucksensors in einem Einspritzsystem eines Kraftfahrzeuges,

eines Sitzkraftsensors, eines Seitenaufprallsensors oder eines Momentensensors für eine Antriebswelle vorgeschlagen. Dabei wird auf ein Substrat (12) zumindest bereichsweise mittels eines Ink-Jet-Verfahrens eine erste Schicht (13) und auf die erste Schicht (13) zumindest bereichsweise mittels eines Ink-Jet-Verfahrens eine sensitive Schicht (15) aufgebracht.

## Fig. 2



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Sensorelementes, insbesondere eines Sensorelementes mit einem Dehnungsmessstreifen zur Erfassung von physikalischen Größen wie Kraft, Moment oder Druck, sowie dessen Verwendung, insbesondere in Kraftfahrzeugen, nach der Gattung des Hauptanspruchs.

## Stand der Technik

[0002] Dehnungsmessstreifen sind im Stand der Technik vielfach bekannt und dienen insbesondere zur Erfassung von Verformungen an Körpern bzw. zur Messung von physikalischen Größen wie Kraft, Moment und Druck. Zur Herstellung von Dehnungsmessstreifen auf einem Substrat werden einerseits an die Halbleitertechnologie angelehnte Abscheideverfahren eingesetzt, um diese so beispielsweise auf einer Stahlmembran in Form eines Hochdrucksensors zu applizieren. In anderen Anwendungen werden Dehnungsmessstreifen als bereits fertige Einheit durch geeignete Verbindungstechniken wie Kleben oder Schweißen auf die zu analysierende Substratoberfläche fixiert.

[0003] Problematisch bei diesen Verfahren ist stets das Aufbringen der Dehnungsmessstreifen auf unebenen Flächen, da im Fall der halbleitertechnologischen Prozesse eine hinreichend genaue Strukturdefinition auf unebenen Flächen nicht möglich ist, und in dem Fall der Fixierung der Dehnungsmessstreifen als fertige Einheit Probleme durch eine dabei vielfach unvermeidliche Stauchung des Dehnungsmessstreifenfilmes auftreten. Andererseits ist gerade das Vermessen von Verformungen an Bauteilen mit unebener Geometrie von großer technischer Bedeutung, beispielsweise die Messung von Drehmomenten an drehenden Teilen in Kraftfahrzeugen oder die Messung von Verformungen an Autotüren oder Autositzen.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist weiter auch das Aufbringen von Tinten, beispielsweise auf Papier, im Rahmen eines Ink-Jet-Verfahrens (Tintenspritzverfahren) bekannt, wie dies von und mit handelsüblichen Tintenstrahldruckern vielfach durchgeführt wird. Insbesondere werden bei diesem Verfahren mittels eines Piezoaktors oder eines Thermoaktors kleine Tropfen durch eine feine Düse gespritzt und auf einer Papierfläche definiert abgeschieden. Dabei ist es bereits mit handelsüblichen Druckern möglich, sehr feine Strukturen mit örtlich hoher Präzision und Reproduzierbarkeit zu erzeugen.

## Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Sensorelementes hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass damit die für die Funktion des Sensorelementes erforderliche sensitive Schicht

auf einer nahezu beliebig geformten Unterlage durch Tintenspritzen (Ink-Jet-Printing) aufgebracht werden kann, wobei unter einer Tinte im Rahmen der Erfindung auch eine Lösung oder Suspension verstanden wird. Das erfindungsgemäße Verfahren bietet dabei vor allem Vorteil einer kontaktlosen, lokal begrenzten und örtlich frei wählbaren Deposition einer Vielzahl von unterschiedlichen Materialien.

[0006] Insbesondere können durch das eingesetzte Ink-Jet-Verfahren aufgrund der damit möglichen, lateral sehr genauen Strukturdefinition auf unterschiedlichsten Untergründen Widerstandsbahnen für Dehnungsmessstreifen in weitgehend beliebiger, beispielsweise mäanderförmiger Form, aufgebracht werden.

[0007] Daneben entfällt im Fall des erfindungsgemäßen Verfahrens vorteilhaft die ansonsten übliche Fixierung beispielsweise eines auf einer Folie hergestellten Dehnungsmessstreifens auf dem zu analysierenden Bauteil bzw. Substrat, und die dabei vielfach auftretende Deformation dieser Folie im Falle einer unebenen Oberfläche des Substrats, sowie auch das teilweise dazu erforderliche Aufbringen einer Klebeschicht mit definierter Dicke und reproduzierbaren mechanischen Eigenschaften. Im Übrigen wird durch den Verzicht auf eine Klebeschicht auch eine Steigerung der Empfindlichkeit des Sensorelementes erreicht.

[0008] Gegenüber direkt deponierenden Verfahren, die an die Halbleitertechnik angelehnt sind, hat das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, dass keine ebenen und glatten Substrate erforderlich sind, und dass dabei auch größere Arbeitsabstände bzw. der Einsatz einer adaptiven Abstandsregelung, d.h. die Veränderung des Abstandes des eingesetzten Piezo- oder Thermoaktors zum Verspritzen der eingesetzten Tinte bzw. Suspension oder Lösung gegenüber dem Substrat als Funktion der Zeit beziehungsweise des Ortes, möglich sind.

[0009] Insgesamt eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren besonders vorteilhaft zur Herstellung von Widerstandsleiterbahnen wie sie für Dehnungsmessstreifen erforderlich sind, mit einer typischen Breite im Mikrometerbereich, d.h. von 1 µm bis 1000 µm, insbesondere von 50 µm bis 500 µm, und einer Länge bis hin zu 10 cm, die von dem darunter befindlichen Substrat elektrisch über eine Isolationsschicht getrennt sind.

[0010] Daneben lassen sich mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens dünne, lateral feinstrukturierte Schichten ohne Beschränkung des Materialsortiments auf das Portfolio der Halbleitertechnik erzeugen, so dass auch Dehnungsmessstreifen auf Substraten wie Keramikfolien, Polymerfolien, Stahl, auf unebenen Substraten, auf großen Substraten und an schwer zugänglichen Stellen in einfacher Weise herstellbar sind. Zudem entfallen auch ansonsten übliche Montagevorgänge zur Fixierung des Sensorelementes auf dem Substrat.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten

Maßnahmen.

[0012] So ist besonders vorteilhaft, wenn die sensitive Schicht des Sensorelementes möglichst weitgehend von der darunter befindlichen ersten Schicht und einer darüber befindlichen zweiten Schicht oder Passivierschicht umschlossen wird, um damit die Langzeitstabilität der sensitiven Schicht zu verbessern und sie vor Umwelteinflüssen und/oder der Eindiffusion von Fremdstoffen zu schützen.

[0013] Weiter ist vorteilhaft, wenn insbesondere unmittelbar nach dem Aufbringen der ersten Schicht eine Wärmebehandlung und/oder eine insbesondere einem Aushärten und/oder einer Vernetzung dienende Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung der ersten Schicht erfolgt. Bevorzugt wird eine Wärmebehandlung oder eine Beaufschlagung mit Laserlicht oder UV-Licht eingesetzt.

[0014] In diesem Zusammenhang ist zudem vorteilhaft, wenn die zunächst aufgebrachte erste Schicht vor dem Aufbringen des nachfolgend aufgespritzten Materials der sensitiven Schicht auf möglichst hohe Temperaturen aufgeheizt wird, um sie so möglichst gut zu verdichten, und eine Vermischung mit dem nachfolgend aufgespritzten Material der sensitiven Schicht zu vermeiden. Andererseits sind durch die Auswahl des Materials des Substrates bzw. des Materials der ersten Schicht dieser Temperatur vielfach Grenzen gesetzt.

[0015] Als Temperaturen für diese Wärmebehandlung haben sich Temperaturen von 50°C bis 300°C, insbesondere von 100°C bis 250°C, als vorteilhaft herausgestellt.

[0016] Schließlich ist vorteilhaft, wenn die Wärmebehandlung bzw. die Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung so erfolgt, dass im Wesentlichen nur die jeweils gerade aufgebrachte Schicht aufgeheizt wird, und sich das darunter liegende Substrat möglichst wenig erwärmt.

[0017] Vorteilhaft ist weiterhin, wenn, insbesondere unmittelbar nach dem Aufbringen der sensitiven Schicht auf die vorzugsweise bereits der Wärmebehandlung bzw. dem Aushärten oder Vernetzen unterzogene erste Schicht auch eine Wärmebehandlung, insbesondere ein zumindest partielles Sintern, und/oder eine insbesondere einem Aushärten und/oder einer Vernetzung dienende Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung der sensitiven Schicht erfolgt, wobei auch in diesem Fall eine Wärmebehandlung oder eine Beaufschlagung mit Laserlicht bzw. eine UV-Bestrahlung bevorzugt ist.

[0018] Die im Rahmen der Wärmebehandlung und/oder Bestrahlung der sensitiven Schicht eingesetzten Temperaturen liegen vorteilhaft zwischen 80°C und 500°C, insbesondere zwischen 150°C bis 300°C, wobei auch hier die Wärmebehandlung bevorzugt so erfolgt, dass die darunter befindliche erste Schicht bzw. das unter dieser befindliche Substrat möglichst wenig aufgeheizt wird.

[0019] Bei der Erzeugung der zweiten, vor allem der

Passivierung dienenden Schicht ist vorteilhaft, wenn diese ebenfalls, insbesondere unmittelbar nach dem Aufbringen, einer Wärmebehandlung und/oder einem Aushärten oder einer Vernetzung dienenden Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung unterzogen wird. Diese erfolgt bevorzugt so wie im Fall der ersten Schicht.

[0020] Als im Wesentlichen der elektrischen Isolation der darüber befindlichen sensitiven Schicht gegenüber dem Substrat dienende erste Schicht eignet sich vor allem elektrisch isolierende Schichten wie eine keramische Schicht, eine organische Schicht, beispielsweise wie eine Acrylat-Schicht, oder eine Ormocer-Schicht (Ormocer = "Organically Modified Ceramic"), die zunächst in Form einer Lösung oder Suspension auf das Substrat aufgespritzt worden ist, und die in einem zweiten Verfahrensschritt, beispielsweise durch Abziehen oder Verdampfen des Lösungsmittels und/oder eine wie vorstehend beschriebene Wärmebehandlung, in die erste Schicht überführt wird.

[0021] Als Material für die sensitive Schicht, insbesondere zur Herstellung eines Dehnungsmessstreifens, eignet sich vor allem eine metallische Schicht, insbesondere eine im Wesentlichen aus einem Edelmetall wie Gold oder Silber bestehende Schicht. Daneben hat sich auch eine mit leitfähigen Partikeln gefüllte Polymerschicht als vorteilhaft erwiesen.

#### Zeichnungen

[0022] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Draufsicht auf ein Sensorelement in Form eines Dehnungsmessstreifens mit Kontaktflächen, und Figur 2 einen Schnitt durch Figur 1 entlang der eingezeichneten Schnittlinie.

#### Ausführungsbeispiele

[0023] Die Erfindung benutzt zunächst ein übliches Ink-Jet-Verfahren mit dem eine Lösung oder eine Suspension mittels eines Piezoaktors oder eines Thermoaktors durch eine oder mehrere Düsen mit einer Öffnung mit einem typischen Durchmesser von 3 µm bis 100 µm, insbesondere von 5 µm bis 50 µm, auf ein Substrat aufgespritzt wird. Dabei können übliche Tintenstrahldrucker mit gegebenenfalls mehreren Druckköpfen eingesetzt werden, wobei in einen dieser Druckköpfe beispielsweise eine Lösung oder Suspension zur Erzeugung der ersten Schicht und in den anderen dieser Druckköpfe eine Lösung beziehungsweise Suspension zur Erzeugung der sensitiven Schicht eingefüllt ist.

[0024] Die gewünschte Abscheidung lateral exakt definierter Strukturen erfolgt in üblicher Weise rechnergesteuert durch eine x,y-Positionierung der Druckköpfe, wie es auch bei Bürodrukern üblich ist. Zur Adaption an eine unebene Oberfläche des verwendeten Substrates kann weiter auch eine rechnergesteuerte Anpassung

sung des Abstandes des oder der Druckköpfe von dem Substrat, d.h. eine variable z-Positionierung, vorgesehen sein.

**[0025]** In einem ersten Verfahrensschritt wird im Rahmen des erläuterten Ausführungsbeispiels auf ein Substrat 12, das beispielsweise aus Stahl besteht, bevorzugt flächig eine erste Schicht 13 als elektrische Isolationsschicht aufgespritzt. Diese besteht aus einem Ormocer oder einem Acrylat, das nach einer Wärmebehandlung und/oder einem durch elektromagnetische Strahlung induzierten Aushärten bzw. Vernetzen elektrisch isolierendes Verhalten zeigt.

**[0026]** Alternativ eignen sich als Ausgangsmaterial zum Erzeugen der ersten Schicht 13 auch übliche flüssige Precursormaterialien oder Suspensionen von Precursormaterialien, die durch eine Wärmebehandlung bzw. eine durch elektromagnetische Strahlung induzierte chemische Reaktion oder Vernetzung in ein beispielsweise keramisches Material wie Zirkoniumdioxid oder ein Nitrid überführbar sind.

**[0027]** Schließlich eignet sich als Ausgangsmaterial zur Herstellung der ersten Schicht 13 je nach Anwendung auch ein rein organisches Material, das nach dem Verspritzen im Rahmen des Ink-Jet-Verfahrens, gegebenenfalls einem Abziehen des Lösungsmittels und einer nachfolgenden Wärmebehandlung bzw. Vernetzung oder Verdichtung, als organische Schicht vorliegt.

**[0028]** Nach dem Erzeugen der ersten Schicht 13 auf dem Substrat 12 und deren nachfolgender Vernetzung bzw. Verdichtung, mit der auch ein Abziehen des Lösungsmittels oder eines flüssigen Anteils der Suspension einhergeht, wird anschließend die eigentliche sensitive Schicht 15 mit Hilfe des Ink-Jet-Verfahrens in strukturierter Form auf die erste Schicht 13 aufgebracht.

**[0029]** Wie in Figur 1 erkennbar, ist die als Dehnungsmessstreifen ausgeführte sensitive Schicht 15 im erläuterten Beispiel mäanderförmig strukturiert.

**[0030]** Als Ausgangsmaterial zur Herstellung der sensitiven Schicht 15 eignen sich Suspensionen mit metallischen Partikeln, insbesondere metallischen Nanopartikeln, wobei bevorzugt Metalle eingesetzt werden, die nicht zur Oxidation neigen. Besonders bevorzugt werden edle Metalle wie Gold oder Silber eingesetzt, die den Feststoffanteil der zur Herstellung der sensitiven Schicht 15 verspritzten Suspension bilden.

**[0031]** Die Verwendung sehr kleiner Teilchen im Nanometerbereich hat den Vorteil, dass diese bei vergleichsweise niedriger Temperatur bereits gesintert werden können, und die Oberfläche zur Bildung von insbesondere elektrischen Kontaktflächen sehr groß ist. Zudem ist deren Beweglichkeit bei einer Umordnung bzw. Verdichtung im Laufe der Wärmebehandlung sehr hoch.

**[0032]** Alternativ zur Verwendung von Suspensionen, bei der im Anschluss an das Aufspritzen im Rahmen des Ink-Jet-Verfahrens das eingesetzte Lösungsmittel bzw. die der Suspension zugesetzte Flüssigkeit verdampft wird und nur noch der Feststoffanteil zurückbleibt, ist es

ebenso möglich, ein Ausgangsmaterial zur Herstellung der sensitiven Schicht 15 zu verspritzen, das in Form eines Polymergerüsts mit einem hohen Anteil von leitfähigen Partikeln, vorzugsweise im Nanometerbereich, vorliegt. Nach dem Aufspritzen eines solchen Ausgangsmaterials auf der ersten Schicht 13 in der gewünschten Struktur wird dieses dann beispielsweise gehärtet sowie gegebenenfalls einer Wärmebehandlung unterzogen, so dass sich daraus die sensitive Schicht 15 bildet.

**[0033]** Die Verwendung eines Polymergerüsts mit einem hohen Anteil von leitfähigen Partikeln für die sensitive Schicht 15 hat gegenüber einer Suspension den Vorteil, dass es nicht erforderlich ist, einen zusammenhängenden Materialverbund durch ein zumindest partielles Sintern im Rahmen der Wärmebehandlung der sensitiven Schicht 15 zu erwirken, und darüber eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit sicherzustellen.

**[0034]** Nach dem Aufbringen der sensitiven Schicht 15 wird diese einer Wärmebehandlung oder einem Aushärten bzw. einer Vernetzung dienenden Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung unterzogen, bevor abschließend eine zweite Schicht 14 mit Hilfe des erläuterten Ink-Jet-Verfahrens aufgebracht wird.

**[0035]** Die zweite Schicht 14 wird bevorzugt so aufgebracht, dass die sensitive Schicht 15 von der ersten Schicht und der zweiten Schicht 14 zumindest nahezu vollständig umschlossen ist.

**[0036]** An das Aufbringen der zweiten Schicht 14 schließt sich dann erneut eine Wärmebehandlung und/oder ein Aushärten bzw. eine Vernetzung dieser Schicht analog der Behandlung der ersten Schicht 13 an.

**[0037]** Als Ausgangsmaterial für die zweite Schicht 14 eignet sich beispielsweise eine Suspension eines keramischen Materials wie einer nanoskaligen Nitridkeramik, oder auch ein flüssiges Precursormaterial zur Herstellung einer entsprechenden keramischen Schicht.

**[0038]** Zusammenfassend sieht das erläuterte Verfahren vor, eine Suspension oder eine geeignet modifizierte Flüssigkeit mit Hilfe eines Piezoaktors oder eines Thermoaktors durch eine Düse in Form von kleinen Tropfen, insbesondere mit Hilfe eines üblichen Druckkopfes für Tintenstrahldrucker, auf das Substrat 12 aufzuspritzen, wobei die Tropfen auf die zu beschichtende Oberfläche auftreffen, und sich dort zunächst entsprechend der Auftreffenergie und der Oberflächenenergie des Substrates 12 bzw. des Benetzungsverhaltens der aufgespritzten Substanzen verteilen. Anschließend erfolgt dann je nach eingesetztem Material eine geeignete Temperaturbehandlung, um beispielsweise ein eingesetztes Lösungsmittel auszutreiben, so dass trockene, zusammenhängende Schichten 13, 14, 15 entstehen. Hierfür reicht, je nach Lösungsmittel, teilweise auch Raumtemperatur aus, wobei sich durch höhere Temperaturen im allgemeinen deutlich bessere Materialeigenschaften erzielen lassen.

**[0039]** Die Figur 1 erläutert einen Dehnungsmessstreifen 10 mit Kontaktflächen 11, die ebenfalls mit

Hilfe des erläuterten Ink-Jet-Verfahrens, beispielsweise entsprechend der Herstellung der sensitiven Schicht 15, erzeugt worden sind. Die Figur 2 erläutert den Schichtaufbau des Dehnungsmessstreifens 10 gemäß Figur 1 in dem mäandrierförmigen Bereich, wobei erkennbar ist, wie auf dem Substrat 12 zunächst die erste Schicht 13 und darauf bereichsweise die strukturierte, sensitive Schicht 15 erzeugt worden ist, auf die dann schließlich die zweite Schicht 14 abgeschieden wurde.

[0040] Das Sensorelement 5 gemäß Figur 1 kann beispielsweise ein Hochdrucksensor in einem Einspritzsystem eines Kraftfahrzeuges sein, ein Sitzkraftsensor in einem Kraftfahrzeug, ein Seitenaufprallsensor in einem Kraftfahrzeug, oder ein Momentensensor für eine Antriebswelle eines Kraftfahrzeuges.

[0041] Im Übrigen sei noch darauf hingewiesen, dass es vielfach vorteilhaft ist, wenn das eingesetzte Substrat vor dem Aufbringen der ersten Schicht 13 zunächst einer Vorbehandlung unterzogen wird, die der Reinigung und vor allem der Verbesserung der Benetzbarkeit dient. Derartige Verfahren sind im Stand der Technik bekannt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Sensorelementes, insbesondere eines Sensorelementes mit einem Dehnungsmessstreifen, wobei auf ein Substrat (12) zumindest bereichsweise eine erste Schicht (13) und auf die erste Schicht (13) zumindest bereichsweise eine sensitive Schicht (15) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht (13) und die sensitive Schicht (15) nacheinander mittels eines Ink-Jet-Verfahrens aufgebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die sensitive Schicht (15) zumindest bereichsweise eine zweite Schicht (14) mittels eines Ink-Jet-Verfahrens aufgebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufbringen der zweiten Schicht (14) derart erfolgt, dass die sensitive Schicht (15) von der ersten Schicht (13) und der zweiten Schicht (14) zumindest nahezu vollständig umschlossen wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** insbesondere unmittelbar nach dem Aufbringen der ersten Schicht (13) eine Wärmebehandlung und/oder eine insbesondere einem Aushärten und/oder einer Vernetzung dienende Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung, insbesondere mit Laser-, UV- oder IR-Strahlung, der ersten Schicht (13) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** insbesondere unmittelbar nach dem Aufbringen der sensitiven Schicht (15) eine Wärmebehandlung, insbesondere ein zumindest partielles Sintern, und/oder eine insbesondere einem Aushärten und/oder einer Vernetzung dienende Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung, insbesondere mit Laser-, UV- oder IR-Strahlung, der sensitiven Schicht (15) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** insbesondere unmittelbar nach dem Aufbringen der zweiten Schicht (14) eine Wärmebehandlung und/oder eine insbesondere einem Aushärten und/oder einer Vernetzung dienende Beaufschlagung mit elektromagnetischer Strahlung, insbesondere mit Laser-, UV- oder IR-Strahlung, der zweiten Schicht (14) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als erste Schicht (13) eine elektrisch isolierende Schicht, insbesondere eine keramische Schicht, eine organische Schicht wie eine Acrylat-Schicht, oder eine Ormocer-Schicht, aufgebracht wird, wobei in einem ersten Schritt eine Lösung oder Suspension auf das Substrat (12) aufgespritzt wird, die in einem zweiten Schritt in die erste Schicht (13) überführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als sensitive Schicht (15) eine metallische Schicht, insbesondere eine im Wesentlichen aus einem Edelmetall wie Au oder Ag bestehende Schicht, oder eine mit leitfähigen Partikeln gefüllte Polymerschicht aufgebracht wird, wobei in einem ersten Schritt eine Lösung oder Suspension auf die erste Schicht (13) aufgespritzt wird, die in einem zweiten Schritt in die sensitive Schicht (15) überführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem ersten Schritt eine Suspension nanoskaliger metallischer Partikel aufgebracht wird, die in dem zweiten Schritt insbesondere durch die Wärmebehandlung in die metallische sensitive Schicht (15) überführt wird.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als zweite Schicht (14) eine die sensitive Schicht (15) passivierende und/oder vor Eindiffusion von Fremdstoffen schützende Schicht aufgebracht wird.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Rahmen des Ink-Jet-Verfahrens eine Lösung oder Suspension mittels eines Piezo- oder Thermoaktors durch

eine Düse mit einer Öffnung mit einem Durchmesser von 3  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$ , insbesondere 5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , aufgespritzt wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sensitive Schicht (15) zumindest bereichsweise mikrostrukturiert, insbesondere mäanderförmig mikrostrukturiert, auf die erste Schicht (13) aufgebracht wird. 5
- 10
13. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche zur Herstellung eines Sensorelementes mit einem Dehnungsmessstreifen (10) zur Erfassung von physikalischen Größen wie Kraft, Moment oder Druck, insbesondere eines Hochdrucksensors in einem Einspritzsystem eines Kraftfahrzeuges, eines Sitzkraftsensors, eines Seitenaufprallsensors oder eines Momentensensors für eine Antriebswelle. 15
- 20

25

30

35

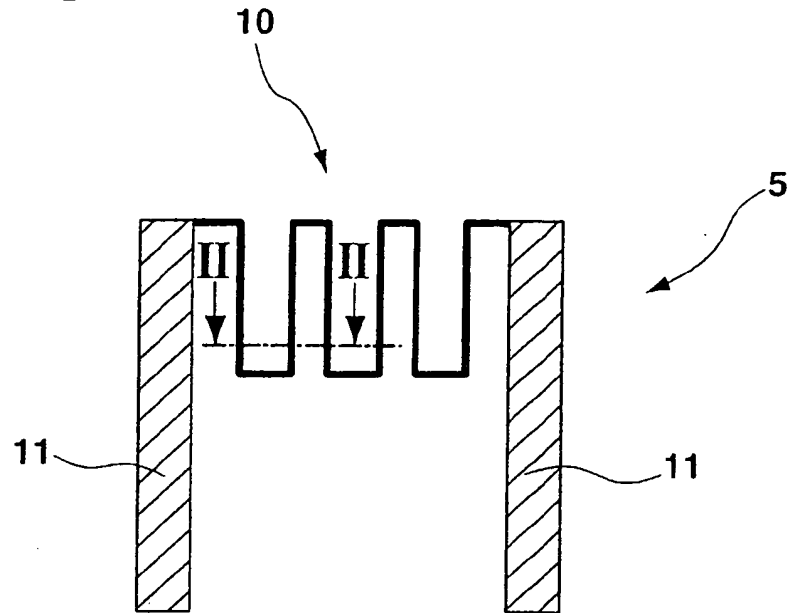
40

45

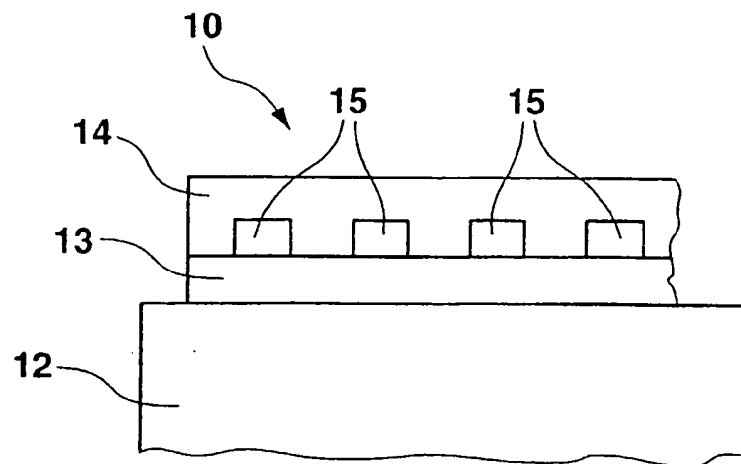
50

55

**Fig. 1**



**Fig. 2**







Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 02 2401

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	GB 2 304 812 A (FORD MOTOR CO) 26. März 1997 (1997-03-26) * Seite 6, Zeile 34 - Seite 7, Zeile 26; Abbildung 5 *	1,4-8,13	G01L1/22
X	DE 38 04 483 A (CROUZET SA) 25. August 1988 (1988-08-25) * das ganze Dokument *	1,2,11	
A	GB 2 330 451 A (THIN FILM TECHNOLOGY) 21. April 1999 (1999-04-21) * das ganze Dokument *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>BERLIN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. Februar 2003</b>	
		Prüfer <b>Zafiropoulos, N</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : mündliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>Δ : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 02 2401

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-02-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2304812	A	26-03-1997	KEINE	
DE 3804483	A	25-08-1988	FR 2611043 A1	19-08-1988
			DE 3804483 A1	25-08-1988
			GB 2202636 A ,B	28-09-1988
			IT 1219019 B	24-04-1990
GB 2330451	A	21-04-1999	AU 9451098 A	03-05-1999
			CA 2306384 A1	22-04-1999
			EP 1027723 A2	16-08-2000
			GB 2376344 A	11-12-2002
			GB 2376565 A ,B	18-12-2002
			GB 2376566 A ,B	18-12-2002
			WO 9919900 A2	22-04-1999
			US 2002105080 A1	08-08-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82